

## UNIDAD No. 1

### LOGROS:

- ✓ Conocer el desarrollo histórico de la química orgánica.
- ✓ Comprender la importancia de la química orgánica en el diario acontecer del hombre.
- ✓ Establecer las principales diferencias entre los compuestos orgánicos, atendiendo sus propiedades físicas y químicas.
- ✓ Conocer las principales fuentes de obtención de compuestos orgánicos.
- ✓ Identificar las características y aplicaciones de cada una de las variedades del carbono.
- ✓ Determinar los tipos de hibridación que presenta el átomo del carbono con base en el análisis de una fórmula estructural.
- ✓ Representar gráficamente una molécula de carbono.

### LA QUÍMICA ORGÁNICA

A finales del siglo XVIII y comienzos del siglo XIX muchos científicos centraron su atención en la separación, purificación e identificación de sustancias aisladas de animales o de plantas, pronto se dieron cuenta que los compuestos de este origen tenían en común ciertas propiedades que los distinguían de los obtenidos de fuentes minerales; entre esas propiedades estaban:

- 1.- Las sustancias extraídas de animales o plantas eran generalmente combustibles.
- 2.- Tendían a fundirse o a descomponerse a temperaturas relativamente bajas.
- 3.- Estaban constituidos o conformados por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, entre otras características.

Debido a su procedencia de organismos vivos (animales o plantas), dichas sustancias recibieron el nombre genérico de **compuestos orgánicos**, y la rama de la química que se encarga de estudiar este tipo de compuestos es la química orgánica.

De acuerdo con las teorías **vitalistas** los compuestos orgánicos, no podían ser sintetizados u obtenidos en los laboratorios, es decir, artificialmente, ya que poseían una

fuerza vital que impedía su formación u obtención de otras fuentes distintas a las naturales. Sin embargo, en el año de 1828 el químico alemán **Friedrich Wöhler**, logró obtener la **urea**, - Un compuesto orgánico presente en la orina.- a partir del cianato de amonio (compuesto inorgánico), lo anterior representó la conversión de una sustancia inorgánica en una orgánica. Este descubrimiento dejó sin piso o sin crédito a las teorías vitalista y abrió el camino para la síntesis de nuevos compuestos orgánicos.

En la actualidad, **la cantidad de compuestos orgánicos preparados artificialmente es mucho mayor** que los obtenidos de fuentes naturales. Los compuestos orgánicos obtenidos de fuentes naturales como los obtenidos artificialmente tienen como constituyente principal o fundamental el átomo de carbono, razón por la cuales a todas estas sustancias se les conoce como compuestos del carbono.

La **química orgánica** es la rama de la química que se dedica al estudio del carbono y los compuestos que éste forma con otros elementos. También la podemos definir como la que estudia las sustancias, de origen natural o sintético, que contienen carbono.

Los compuestos orgánicos están constituidos, generalmente por unos pocos elementos como se dijo anteriormente: **Carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno**. En menor proporción se hallan el **cloro, bromo, yodo, flúor, azufre y fósforo**.

**FUENTES DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS:** Gran parte de los compuestos orgánicos que se hallan en la naturaleza son producto de la fotosíntesis de los vegetales. Las principales fuentes de obtención de ésta clase de compuestos son las siguientes:

1.- **El carbono**: Es la segunda fuente de obtención de compuestos orgánicos y la principal materia prima tradicional. El carbón mineral tiene origen vegetal; ya que proviene de la acumulación de vegetales descompuestos en eras geológicas. Las rocas sedimentarias presionan los materiales orgánicos impidiendo el acceso de aire, con lo cual se forman capas duras, negras brillantes constituidas fundamentalmente por carbono, hidrógeno nitrógeno, oxígeno y en algunos casos se encuentra azufre.

2.- **El petróleo**: Es la principal fuente de obtención de compuestos orgánicos. Al destilarlo se obtienen compuestos

como: gasolina, aceites, lubricantes, gas entre otras sustancias utilizadas como materia prima en la industria.

3.- **Organismos vivos**: Mediante la utilización de animales o vegetales se obtienen vitaminas, hormonas y alcaloides por diferentes procesos químicos de laboratorio. Así, por ejemplo; De la fermentación de la melaza se obtiene alcoholes (Alcohol etílico); por la destilación de la madera se obtiene ácido acético, acetona y alcohol metílico.

4.- **La síntesis orgánica**: Consiste en la obtención de compuestos orgánicos a partir de otro u otros compuestos por procesos químicos en el laboratorio. En la actualidad la síntesis orgánica constituye la principal fuente de obtención de compuestos orgánicos, ya que los compuestos obtenidos por medio de este procedimiento superan a los obtenidos a través de otras fuentes.

**IMPORTANCIA DE LA QUÍMICA ORGÁNICA**: La química orgánica se relaciona con nuestra vida cotidiana probablemente más que cualquier otra rama de la ciencia. Los alimentos, los vestidos, el papel, las medicinas, el plástico, la gasolina, el gas, el caucho, la parafina, el polietileno (eteno), el polipropileno (propeno), el PVC (cloroeteno), el icopor (fenileteno), el teflón (tetrafloruro de eteno)etc,. Toda esta larga lista de productos tienen en común ser compuestos orgánicos, por tal motivo hablar de la importancia de la química orgánica sería redundar.

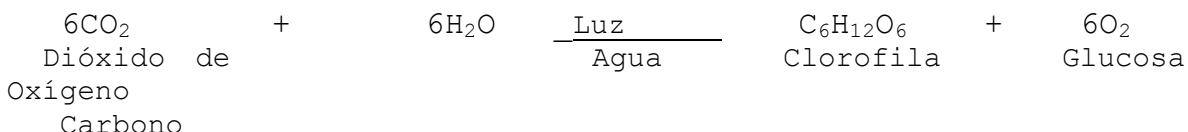
**EL ÁTOMO DE CARBONO**: El carbono es elemento clave sobre el cual se construye la vida, ya que hace parte de la arquitectura molecular de los ácidos nucleicos (ADN y ARN), las proteínas, hormonas, enzimas entre otras sustancias, que son de gran importancia en diversos procesos vitales para los seres vivos.

Hoy en día se conocen más de tres millones de compuestos orgánicos y su número aumenta constantemente. Este indudable aumento se debe primordialmente a dos factores que son:

a.- *La propiedad que poseen los átomos de carbono para formar cadenas entre ellos y con otros elementos. De esta manera las diferencias ya sean en longitud de las cadenas, se traduce en la formación de compuestos distintos.*

b.- El carbono puede formar cuatro enlaces, esto significa que cada átomo de carbono se puede unir a cuatro elementos diferentes.

El ciclo del carbono es uno de los más importantes en la naturaleza; las plantas son las que inician dicho ciclo por medio del proceso de fotosíntesis, dicho proceso se representa mediante la siguiente reacción:



Las plantas son "pequeños pulmones" que renuevan o purifican constantemente el oxígeno atmosférico, el cual es necesario para la respiración de los animales y las mismas plantas, de igual forma ayudan en la descomposición de diversos productos animales y vegetales que se encuentran sobre la superficie terrestre.

**FORMAS DE PRESENTACION DEL CARBONO:** El carbono se presenta en varias formas que son:

1.- **CARBONOS ALOTRÓPICOS:** Son carbono en forma de elemento puro, el cual tiene dos variedades: El **diamante** y el **grafito**, ambos presentan una estructura regular y organizada.

#### **CARACTERÍSTICAS:**

a.- El diamante: En un 100% está constituido por carbono. Es la sustancia más dura que se conoce, sin embargo es un cuerpo frágil, su peso se mide en quilates (1 quilate = 0,202gr).

El diamante es utilizado en: La joyería y en la industria para la fabricación de taladros y de objetos para cortar vidrios. Para intensificar más sus destellos, los diamantes son tallados con otros diamantes.

La escasez de diamantes naturales en el mundo, creó la necesidad de buscar materiales de igual o mayor dureza que estos, para ello se produjeron en el laboratorio las condiciones severas de la naturaleza (elevadas presiones y altas temperaturas) para poder fabricarlos. Utilizando esta técnica se han obtenido tres compuestos de dureza similar a los diamantes y son los siguientes:

- 1.- *Diamantes artificiales*, se obtuvo a partir del grafito.
- 2.- *El borazon*, obtenido a partir del nitruro de boro.
- 3.- *"El rey de la dureza"* sin nombre a un y es obtenido a partir del silicato de magnesio.

Las dos últimas sustancias superan mucho en dureza a los diamantes.

b.- El grafito: Está formado entre un 95% y un 99% de carbono. Se caracterizan por ser cuerpos blandos, opacos y cristalizan en láminas brillantes. El grafito tiene gran utilidad en la industria del hierro y del acero, también es empleado en la fabricación de minas de lápices y portaminas.

2.- **CARBONOS AMORFOS**: Se caracterizan por presentar una estructura desorganizada, en este grupo se encuentran los siguientes compuestos:

a.- La antracita: Constituida entre un 70% y un 95% por carbono. Es el carbón de formación más antigua que existe, arde casi sin llama y sin humo, además produce mucho calor. Es empleado en el campo doméstico y en operaciones metalúrgicas.

b.- La hulla: Está formada por un 75% o un 90% de carbono, también es llamado con el nombre de *carbón de piedra*, resulta de la descomposición de antiguos vegetales. Por destilación de la hulla se obtiene *gas de alumbrado*, *coke* y *alquitrán*.

c.- El lignito: Constituida entre un 60% y un 75% de carbono. Es un carbón negro de estructura leñosa, arde produciendo mucho humo. Es empleado en la fabricación de ornamentos negros, botones, pendientes, etc.

d.- La turba: Está constituida entre un 50% y un 60% por carbono. Hace parte de los suelos jóvenes, en Colombia se encuentran suelos turbosos. La turba mezclada con excrementos de animales forma un excelente abono.

3.- **CARBONOS ARTIFICIALES**: Resultan de la calcinación de materiales orgánicos, pertenecen a este grupo el coke, el carbón de madera, el negro de humo y el negro animal.

a.- El coke: Resulta como residuo de la destilación de la hulla, arde con mucho calor, es empleado en la calefacción doméstica y también en hornos.

b.- Carbón de madera: Es un combustible de gran poder de absorción. Es empleado en la filtración de agua y también como desinfectante.

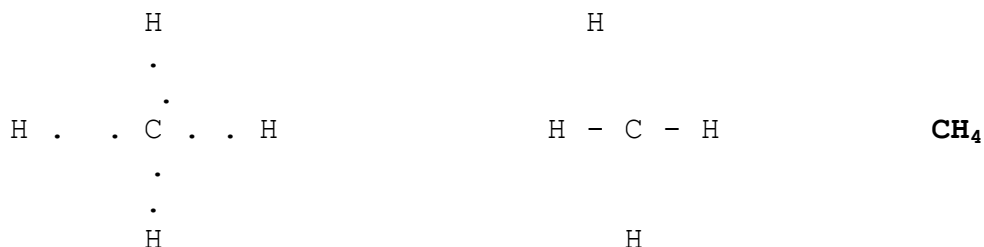
c.- Negro de humo: Se obtiene por la combustión de materiales grasos o resinosos. Es utilizado en la fabricación de pinturas, betunes, tinta china y de imprenta.

d.- Negro animal: Este se obtiene por la calcinación de huesos, es empleado en la decoloración de líquidos.

**EL ELEMENTO CARBONO**: Como se dijo anteriormente hoy en día se conocen más de tres millones de compuestos del carbono (o compuestos orgánicos) y su número aumenta constantemente, tanto por la síntesis de nuevos compuestos como por la identificación de otros extraídos de fuentes naturales.

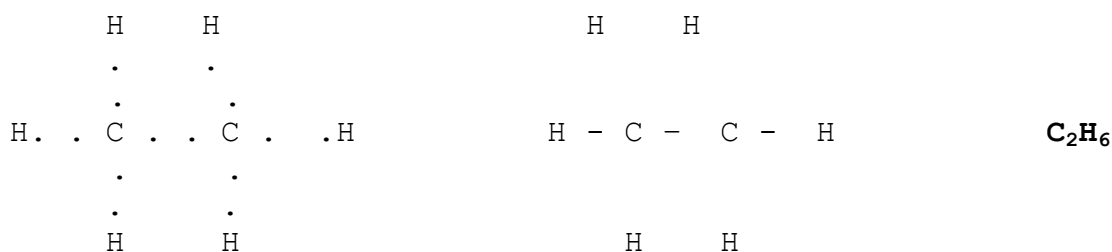
La gran cantidad de estos compuestos formados por carbono, se debe a la propiedad que poseen estos átomos para formar cadenas entre ellos y con otros elementos. De esta manera, las diferencias, ya sean en la forma o en la longitud de las cadenas, se traduce en la formación de compuestos distintos.

**ESTRUCTURA TETRAÉDRICA DEL CARBONO**: El carbono pertenece al grupo IV A de la tabla periódica, lo que nos indica que tiene 4 electrones de valencia y que puede completar su octeto cuando comparte dichos electrones, ya sea con otro átomo de carbono o con un átomo de un elemento distinto. En otras palabras, el carbono forma 4 enlaces covalentes. Por ejemplo el caso más sencillo se presenta en el **metano** o gas del los pantanos, compuesto de fórmula molecular **CH<sub>4</sub>**, que corresponde a las siguientes fórmulas electrónica y estructural.



<u>Fórmula electrónica</u>	<u>Fórmula estructural</u>	<u>Fórmula molecular</u>
----------------------------	----------------------------	--------------------------

**Enlaces simples carbono-carbono (C-C)**: La cadena más corta se forma cuando dos átomos de carbono se unen entre sí. Este caso se presenta en la molécula de **etano** (**C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>**), cuyas fórmulas electrónica, estructural y molecular son las siguientes:

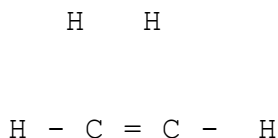
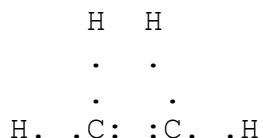


Fórmula electrónicaFórmula estructuralFórmula molecular

Los átomos de carbonos comprometidos por cuatro enlace sencillos reciben el nombre de **carbonos tetragonales**.

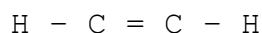
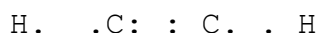
**Enlaces dobles carbono-carbono (C=C):** Al estudiar la estructura de los compuestos orgánicos se encuentra que en muchos de ellos dos átomos de carbono están unidos por medio de enlaces *dobles o triples*, principalmente los primeros. Cuando dos átomos de carbono forman un enlace doble, cada uno de ellos comparte con el otro dos de sus electrones de valencia. Por consiguiente le quedan disponibles otros dos electrones para formar sendos enlaces simples con otros átomos. En otras palabras, cada átomo de carbono forma un total de 4 enlaces dos que forman un enlace doble, y dos simples o sencillos.

El doble enlace carbono-carbono se presenta, por ejemplo, en la molécula de **eteno o etileno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)**, cuyas fórmulas electrónica, estructural y molecular son:

Fórmula electrónicaFórmula estructuralFórmula molecular

Los átomos de carbonos comprometidos en un enlace doble reciben el nombre de **carbonos trigonales**.

**Enlaces triples carbono-carbono (C≡C):** En la formación de un enlace triple carbono-carbono, tres de los electrones de valencia de cada átomo están comprometidos en el mismo; el cuarto electrón forma enlace simple o sencillo con otros átomos. Tal como ocurre, por ejemplo, en la molécula de **etino o acetileno, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>**, cuyas formulas electrónica, estructural y molecular a continuación se ilustran.

Fórmula electrónicaFórmula estructuralFórmula molecular

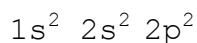
De los carbonos unidos por un enlace triple se dice que son **carbonos digonales**.

**LA HIBRIDACIÓN DEL CARBONO:** Como se acaba de ver el carbono cuando se combina, forma cuatro enlaces, es decir, es

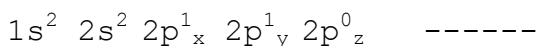
tetravalente. Sin embargo, si estudiamos con cuidado su configuración electrónica, deducimos que sólo podría formar dos enlaces, ya que solo dos de los electrones de valencia (los de tipo **p**) están desapareados. En efecto la configuración electrónica por orbitales del átomo de carbono es:

El número atómico del **carbono** es 6.

Su configuración electrónica es:

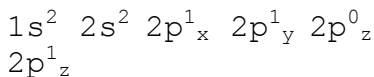


Los electrones que pueden formar enlaces son los desapareados de  $2p^2$  así:

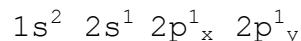


**¿Cómo se producen, entonces, los otros dos enlaces?**

La configuración electrónica anterior es la que presenta el átomo de carbono en su *estado fundamental* o *básico*. Al entrar en combinación, no obstante, uno de los electrones de tipo **2s** adquiere un poco más de energía, la suficiente para llegar a ser un electrón de tipo **p**, y pasa a ocupar el orbital  $2p_z$  inicialmente vacío. Decimos entonces que hubo una promoción del electrón y que el átomo pasó de su **estado fundamental** a un **estado excitado** (es decir 4 electrones desapareados aptos para formar enlaces). Gráficamente tenemos:



**Estado fundamental**



**Estado excitado**

## CLASES DE HIBRIDACIÓN:

a.- Hibridación tetragonal: En este tipo de hibridación participan los orbitales **2s**, **2p<sub>x</sub>**, **2p<sub>y</sub>** y **2p<sub>z</sub>** cada uno con un electrón (estado excitado). Este tipo de hibridación se



representa **sp<sup>3</sup>**, e indica que proviene de un orbital de tipo **s** y tres orbitales de tipo **p**. (Se presenta en carbonos unidos por enlaces simple o sencillo C-C ).

b.- Hibridación trigonal: En este caso se hibridan los orbitales **2s**, **2p<sub>x</sub>** y **2p<sub>y</sub>**, el orbital **2p<sub>z</sub>** no se hibrida, sino que permanece "puro". Cada orbital híbrido contiene un electrón y se representa como **sp<sup>2</sup>**, e indica que proviene de un orbital de tipo **s** y dos orbitales de tipo **p**. (Se presenta en carbonos unidos por enlaces doble C=C ).

c.- Hibridación digonal: En la hibridación digonal sólo participan los orbitales atómicos 2s y 2p<sub>x</sub>. Dichos orbitales se denotan por el símbolo **sp**, e indica que proviene de un orbital de tipo **s** y un orbitales de tipo **p**. (Se presenta en carbonos unidos por enlaces triple C≡C ).

#### **ENLACES SIGMA Y PI:**

a.- Los enlaces sigmas ( ): Se caracterizan por ser de naturaleza bastante fuerte. Este tipo de unión se presenta en el enlace simple carbono-carbono y en los enlaces carbono-hidrógeno.

b.- Los enlaces pi ( ): Se caracterizan por ser de naturaleza bastante débiles. El enlace doble carbono-carbono está constituido por un enlace sigma (fuerte) y otro pi, mas débil.

El enlace triple, carbono-carbono está conformado por un enlace sigma (fuerte) y dos enlaces pi similares (débiles).

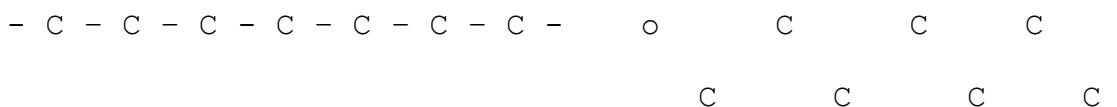
#### **ESTRUCTURA DE LOS COMPUESTOS ORGÁNICOS:**

**CADENAS:** En los compuestos orgánicos los átomos de carbono se unen entre sí para formar cadenas que pueden alcanzar longitudes considerables. Esta cadenas pueden ser *abiertas o cerradas (cíclicas)*. Las abiertas, a su vez, pueden ser *normales o ramificadas*.

##### **Cadenas abiertas:**

a.- Cadenas abiertas normales: Son cadenas continuas y se conocen también como lineales porque generalmente se escriben en línea recta. Pero no precisamente tiene esa forma porque,

recordemos, que el carbono presenta enlaces angulares. Por ejemplo, la cadena normal.



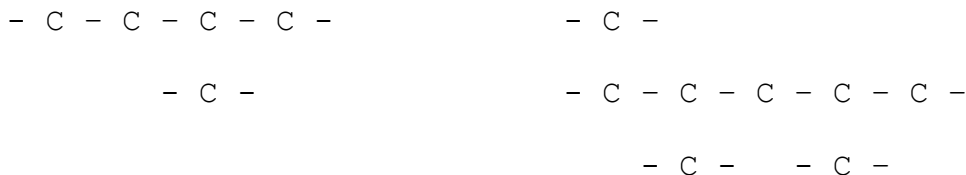
-----



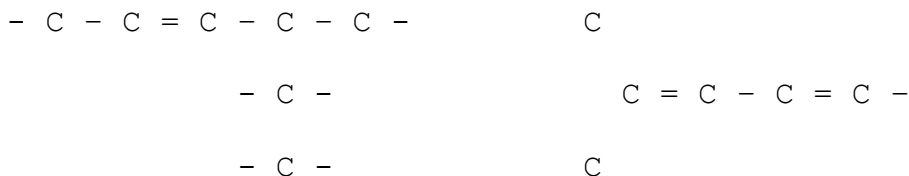
-----



b.- Cadenas abiertas ramificadas: Son aquellas que presentan ramificaciones o cadenas secundarias. Por ejemplo:

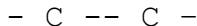
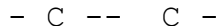


-----



**Cadenas cerradas o cíclicas:** Son cadenas que se cierran para formar ciclos o anillos. El anillo más pequeño posible es el de tres miembros, pero los más comunes son los de cuatro, cinco y seis carbonos. Por ejemplo:






---



Otros átomos distintos del carbono y el hidrógeno pueden hacer parte de las cadenas. Los más comunes son los siguientes, con el respectivo número de enlaces que forman normalmente:

**Oxígeno:** Dos enlaces simples o uno doble.

**Nitrógeno:** Tres enlaces simples.

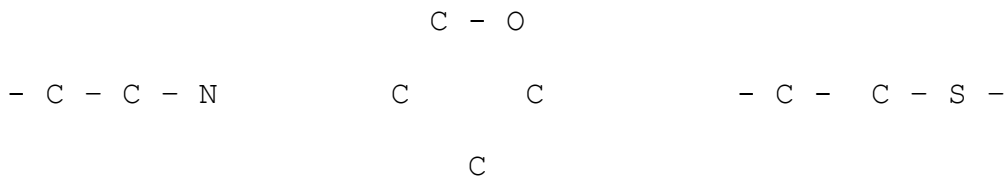
**Azufre:** Dos enlaces simples.

**Halógenos:** Un enlace simple

Por ejemplo:




---

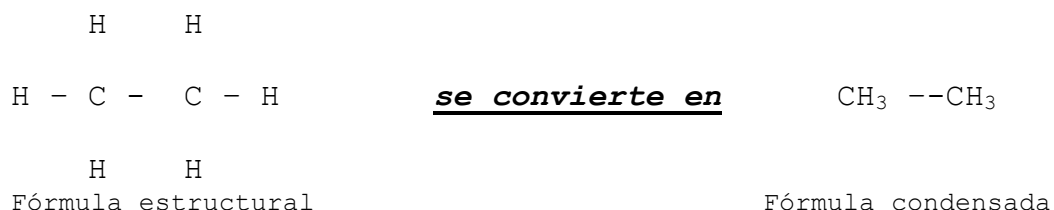



---

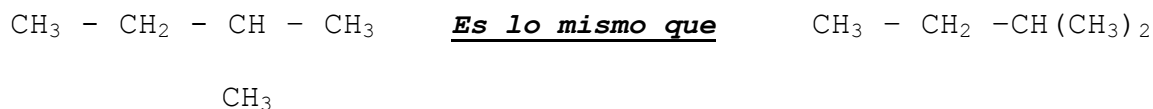
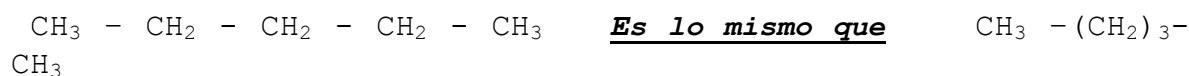


## DIVERSAS MANERAS DE ESCRIBIR UNA FÓRMULA ESTRUCTURAL

En los ejemplos dados hasta acá hemos presentado las fórmulas estructurales con todo detalle, es decir, denotando la totalidad de los enlaces existentes en la molécula. Comúnmente, sin embargo, se abrevia la fórmula reuniendo en un mismo grupo el carbono y todos los átomos monovalentes unidos a él. A continuación veremos diversas formas de escribir una fórmula química para un mismo compuesto:



Cuando existen varios grupos iguales en la fórmula (los que más se repitan), estos se pueden encerrar entre paréntesis y expresar su número mediante el subíndice correspondiente, de esta forma se obtiene la fórmula abreviada, veamos:



Por último, el extremo de la simplificación se alcanza cuando se suprimen todas las letras y las moléculas se representan simplemente por los enlaces presentes. Esta fórmula sólo se utiliza cuando en la cadena existen átomos de carbono únicamente. Por ejemplo.

### Fórmula condensada

### Representación

